مجله به‌زراعی نهال و بذر
جلد ۲-۳۳، شماره ۱، سال ۱۳۹۶

تاثیر سایبان، محلول‌پاشی کائولین، تنک میوه و آبیاری تکمیلی بر کاهش عارضه سفیدشدگی آریل انار رقم ملس ترش ساوه

Effects of Sunscreen, Kaolin Application, Fruit Thinning and Supplementary Irrigation on the Aril Browning Disorder of Pomegranate cv. "Malase Torshe Saveh"

محمد کاوند[۱]، کاظم ارزانی[۲]، محسن برزگر[۳] و مجید میرلطیفی[۴]

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی دکتری و استاد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
۳- استاد، گروه صنایع غذائی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
۴- دانشیار، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۴/۲۲

چکیده

کاوند، م.، ارزانی، ک.، برزگر، م. و میرلطیفی، م. ۱۳۹۶. تاثیر سایبان، محلول‌پاشی کائولین، تنک میوه و آبیاری تکمیلی بر کاهش عارضه سفیدشدگی آریل انار رقم ملس ترش ساوه. **مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۳۳**: ۱۱۲- ۸۵

عارضه سفیدشدگی آریل به شدت کیفیت میوه انار را تحت تاثیر قرار می‌دهد. به منظور مطالعه برخی عوامل مدیریتی در باغ‌های انار و تاثیر آن‌ها بر کاهش شدت سفیدشدگی آریل انار رقم ملس ترش ساوه، اثر استفاده از سایبان، محلول‌پاشی کائولین، تنک میوه وآبیاری تکمیلی آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هشت تیمار و سه تکرار در ایستگاه ملی تحقیقات انار ساوه در دو سال باغی ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ بررسی شد. تیمارها شامل محلول‌پاشی کائولین ۳٪ در چهار نوبت، تنک میوه ۳۰٪ چهل روز بعد از گلدهی، آبیاری تکمیلی از هشتاد روز بعد از گلدهی، ترکیبی از تیمارهای کائولین و تنک میوه، ترکیبی از تیمارهای کائولین، تنک میوه و آبیاری تکمیلی، شاهد با مدیریت باغدار، استفاده از کود حیوانی به همراه محلول‌پاشی نیترات کلسیم و سولفات پتاسیم به نسبت ۳ در هزار و استفاده از سایبان، آبیاری تکمیلی و محلول‌پاشی کائولین بودند. شاخص عارضه سفیدشدگی آریل، فراوانی نسبی میوه‌های سالم و میوه‌های دارای عارضه، و خصوصیات کمی و کیفی میوه و آب میوه اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که تیمار محلول‌پاشی کائولین اثر معنی‌داری در کاهش عارضه نداشت. تیمار سایبان به همراه آبیاری تکمیلی و محلول‌پاشی کائولین، شاخص عارضه سفیدشدگی آریل را تا حدود ۲۴٪ کاهش داد و بر فراوانی میوه‌های سالم تا حدود ۹۶٪ افزود. تیمار تنک میوه شاخص عارضه سفیدشدگی آریل را تا حدود ۶۹٪ افزایش داد و بر فراوانی میوه‌های دارای عارضه تا حدود ۹۱٪ افزود.تیمار آبیاری تکمیلی به تنهایی اثر مثبتی در تعدیل شاخص عارضه سفیدشدگی داشت، اما شدت عارضه تحت تاثیر تنش دمای بالا، رطوبت نسبی پایین هوا و کیفیت آب آبیاری نیز قرار داشت. استفاده از پوشش سایبان روی درختان، افزایش مواد آلی خاک، محلول‌پاشی عناصر پتاسیم و کلسیم در طول فصل رشد و کاهش فواصل آبیاری از راهکارهای موثر در کاهش عارضه سفیدشدگی آریل و بهبود کیفیت میوه در باغ‌های انار است.

واژه‌های کلیدی: انار (*Punica granatum* L)، عارضه فیزیولوژیکی، آنتوسیانین، کائولین، تنک میوه، سایبان.

نویسنده مسئول: arzani_k@modares.ac.ir تلفن: ۰۲۱۴۸۲۹۲۰۹۴

مقدمه

انار (*Punica granatum* L.) از محصولات مهم باغبانی کشور است که علاوه بر مصارف داخلی، در بهبود صادرات غیرنفتی بخش کشاورزی از اهمیت بالایی برخوردار است. تحقیقات زیادی نشان داده‌اند که میوه انار سرشار از عناصر معدنی، اسیدهای آلی، مواد پلی فنلی وآنتوسیانین است و از فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالایی برخوردارند، از این رو کشت و پرورش و مصرف میوه انار در دنیا به طور گسترده‌ای در حال افزایش است (Borochov-Neori *et al.*, 2014). قدرت رشد و سازگاری درخت انار به اقلیم بیابانی و نیمه بیابانی فلات مرکزی ایران که شرایط آن برای رشد و نمو دیگر درختان میوه مساعد نیست، کشت و پرورش انار را از دیر باز برای مردم منطقه از ارزش تغذیه‌ای، اقتصادی و اکولوژیکی بالایی برخوردار کرده است (Tatari *et al.*, 2011). امروزه مصرف کنندگان انار میوه‌هایی با درصد آب بالا، طعم ملس و آریل‌های با رنگ قرمز تیره را ترجیح می‌دهند. شدت رنگ در میوه انار به مقدار و نسبت مشتقات تشکیل‌دهنده رنگیزه آنتوسیانین وابسته است، هر چه مقدار آن در آریل بیشتر باشد، میوه‌ها از کیفیت و بازارپسندی بیشتری برخوردارند (Borochov-Neori *et al.*, 2013). میزان رنگریزه‌های آنتوسیانین در میوه انار تحت تاثیر نوع رقم، شرایط اقلیمی منطقه رویش درخت، حضور تنش‌های محیطی، عملیات فنی باغداری، زمان برداشت و شرایط انبارداری میوه متفاوت است (Jafari *et al.*, 2014؛ Fawole and Opara, 2013؛ Varasteh et Akbarpour *et al.*, 2012).

در سال‌های اخیر عارضه سفیدشدگی آریل یا قهوه‌ای شدن درونی میوه انار در برخی از مناطق انارکاری کشور به شدت محبوبیت آن را تحت تاثیر قرار داده است، به گونه‌ای که میوه‌های دارای عارضه علی‌رغم ظاهری سالم، از کیفیت بافت درونی آن به شدت کاسته شده و قابل استفاده برای مصرف تازه‌خوری، صنایع فرآوری و صادارت نیستند (Meighani *et al.,* 2014).در میوه‌های دارای عارضه به علت تخریب و تغییر در ترکیب آنتوسیانین رنگ آریل‌ها از قرمز تیره به سفید کرمی تا قهوه‌ای سوخته تغییر یافته، شکاف و حفره‌هایی در غشاء و بافت آریل ایجاد شده، و بافت آریل نرم و دفرمه شده و میوه‌ها طعم نامطلوبی پیدا می‌کنند، در حالی که در ظاهر میوه‌های دارای عارضه هیچ‌گونه علائم قابل تشخیصی وجود ندارد (Jalikop *et al.,* 2010). اگر شدت عارضه بالاتر از ۵۰٪ باشد، میوه‌ها قابل مصرف نیستند (Shivashnkar *et al.,* 2012). در کشور هند عارضه قهوه‌ای شدن آریل دانه انار در ارقام گانش 'Ganesh' و باهاگوا 'Bhagwa' گزارش شده است(Shivashnkar *et al.,* 2012). در ایران بروز عارضه سفیدشدگی آریل دانه انار

نخستین باردر سال ۱۳۸۵ دربرخی از مناطق انارکاری استان‌های خراسان جنوبی و رضوی، اصفهان و سمنان گزارش شد (Mohseni, 2011).در استان یزد به میوه‌های انار دارای عارضه سفیدشدگی واژه‌های گرمازده، پخته یا باخته اطلاق می‌شود، میوه‌های دارای عارضه کم آب، بی وزن و سبک هستند، اما از نظر ظاهری تفاوتی با میوه‌های سالم ندارند (Behzadi Shahrbaki, 2014).در استان خراسان جنوبی دو رقم تجاری انار شیشه کپ فردوس و بجستانی به عارضه سفیدشدگی حساس هستند. در مقایسه بین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی میوه‌های سالم و میوه‌های دارای عارضه گزارش شد، که چگالی میوه، درصد آب میوه و آنتوسیانین کل در میوه‌های دارای عارضه کمتر از میوه‌های سالم، اما مقدار pH و TSS عصاره میوه و فرم دیگلوکوزید آنتوسیانین در میوه‌های دارای عارضه بالاتر از میوه‌های سالم است (Mahmoodi Tabar *et al.,* 2009). میوه‌های مبتلا به عارضه در انار رقم ملس ترش ساوه از مقدار قند، سرعت تنفس، فعالیت آنزیم‌های پلی فنل اکسیداز و پراکسیداز بالاتری نسبت به میوه‌های سالم برخوردارند (Meighani *et al.,* 2014). بذر میوه‌های دارای عارضه میزان فعالیت آنزیم‌های آلفا آمیلاز و دهیدروژناز کمتر از میوه‌های سالم، در حالی که فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز بالاتر است (Singh *et al.,* 2013). اغلب محققان انار در ایران معتقدند که بروز عارضه سفیدشدگی آریل در میوه‌های انار ناشی از پیامدهای تغییر اقلیم و بروز خشکسالی در دهه اخیر است (Mohseni, 2011). خسارت عارضه سفیدشدگی آریل در میوه‌های ارقام انار زودرس، میان‌رس و شیرین شدیدتر از ارقام دیررس است. استفاده از ارقام نسبتا متحمل به عارضه همانند انار رقم دانه سیاه یزدی و احداث باغ‌های جدید در مناطق با اقلیم خنک‌تر از راهکارهای مدیریت باغ‌های دارای عارضه است (Behzadi Sharbabaki, 2014). اغلب گزارش‌ها تغییرات فیزیکی، شیمیایی یا بیوشیمیایی میوه‌های دارای عارضه را نسبت به میوه‌های سالم مقایسه کرده‌اند و بررسی‌های میدانی کمتری در رابطه با تعدیل یا کاهش عارضه انجام شده است. به منظور مطالعه برخی از عوامل مدیریتی در باغ‌های انار و بررسی تاثیر استفاده از پوشش سایبان، محلول‌پاشی کائولین، تنک میوه، آبیاری تکمیلی و کوددهی بر کاهش شدت سفیدشدگی آریل انار رقم ملس ترش ساوه آزمایشی در ایستگاه ملی تحقیقات انار ساوه در دو سال باغی ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ اجرا شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در باغ ایستگاه تحقیقات ملی انار ساوه با ارتفاع ۹۰۰ متر از سطح دریا انجام شد، شهرستان ساوه دارای آب و هوای بیابانی و نیمه بیابانی با متوسط دمای سالیانه ۲۵^{o}C، و بارندگی

۱۹۴/۱mm در سال است. آزمایش روی درختان بارده انار رقم ملس ترش ساوه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در شش تیمار در سال ۱۳۹۳ و هشت تیمار در سال ۱۳۹۴ و هر تیمار با سه تکرار سه درخت در هر تکرار روی درختان هشت ساله اجرا شد. در چهل روز بعد از گل‌دهی درختان تیمار ۱ با کائولین۳٪ (سپیدان WP95%)در چهار نوبت محلول‌پاشی شدند. بعد از شمارش میوه‌چه‌های درختان تیمار ۲ در چهل روز بعد از گل‌دهی، در حدود ۳۰٪ از آن‌ها به طور یکنواخت تنک شدند.درختان تیمار ۳ علاوه بر آبیاری نشتی که هر هفته یک‌بار توسط باغدار انجام شد، آبیاری تکمیلی با استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای و چهار قطره‌چکان اطراف هر درخت انجام شد، در این تیمار رطوبت خاک از زمان انجام تیمار تا زمان برداشت میوه‌ها در محدوده ظرفیت زراعی خاک ثابت نگاهداشته شد. رطوبت حجمی خاک در محدوده اشباع و ظرفیت زراعی با استفاده از دستگاه رطوبت سنج TDR مدل (Trade Snata Barabara, USA) در عمق ۵۰ - ۳۵ سانتی‌متری خاک اندازه‌گیری شد. هر زمان که رطوبت خاک کمتر از دامنه ظرفیت زراعی می‌رسید، به وسیله سیستم آبیاری قطره ای رطوبت تامین شد. روی درختان تیمار ۴ ترکیبی از محلول‌پاشی کائولین و تنک میوه، و درختان تیمار ۵ ترکیبی از محلول‌پاشی کائولین، تنک میوه و آبیاری تکمیلی اجراشد. تیمار ۶ شاهد با مدیریت باغدار انجام شد. در سال ۱۳۹۴ درختان تیمار ۷ به همراه کلیه تیمارها به جز تیمار شاهد، کود حیوانی به مقدار ۷۰kg/tree به همراه کودهای شیمیایی اوره به میزان ۰/۷، سوپرفسفات تریپل ۰/۴، سولفات پتاسیم ۱/۴ کیلوگرم به ازاء هر درخت و نیترات کلسیم، سولفات آهن، سولفات روی و سولفات منگنز هر یک به میزان ۰/۱کیلوگرم به ازاء هر درخت به روش چالکود به درختان داده شد. در طول فصل رشد درختان همه تیمارها به جز شاهد هر دو هفته یک‌بار با نیترات کلسیم و سولفات پتاسیم به نسبت ۳ در هزار محلول‌پاشی شدند. درختان تیمار ۸ علاوه بر آبیاری تکمیلی و محلول‌پاشی کائولین پوشش سایبان از جنس توری گلخانه روی هشت درخت در سال ۱۳۹۴ اجرا شد. نمونه‌های برگ در تیرماه برداشت و بعد از خشک شدن به آزمایشگاه تجزیه آب و خاک برای تعیین غلظت عناصر غذایی فرستاده شد. تعداد ۹ میوه در سال ۱۳۹۳ و تعداد ۱۵ میوه در سال ۱۳۹۴ از هر تکرار برداشت و در آزمایشگاه ابعاد میوه با کولیس دیجیتالی و وزن میوه با ترازوی آزمایشگاهی اندازه‌گیری شد. حجم میوه از رابطه $V = (4/3)\pi r^3$ محاسبه شد (Wetzstein *et al.*, 2011). در این رابطه V : حجم میوه، R : شعاع میوه، π : برابر با ۳/۱۴ است. میوه‌ها از وسط نصف شد و بر اساس کیفیت رنگ و تراکم بافت آریل‌ها و شدت عارضه سفیدشدگی در پنج سطح رتبه‌بندی شدند، که شامل میوه‌های سالم و بدون عارضه با رتبه ۱ دارای آریل‌های با غشاء سالم و بافت

متراکم، سطح شفاف و رنگ قرمز تیره، میوه‌های نسبتا سالم با رتبه ۲ دارای آریل‌هایبا غشاء نسبتا سالم و بافت نسبتاً متراکم و رنگ قرمز، میوه‌های با عارضه سفیدشدگی متوسط با رتبه ۳دارای آریل‌هایی با غشاء آسیب دیده، سطح کدر و رنگ قرمز کم رنگ، میوه‌های دارای عارضه نسبتاً شدید با رتبه ۴ دارای آریل‌های با غشاء بسیار آسیب دیده، سطح کدر و رنگ سفید کرمی و میوه‌های دارای عارضه بسیار شدید با رتبه ۵ دارای آریل‌های با غشاء بسیار آسیب دیده، بافت به هم ریخته با رنگ قهوه‌ای روشن رتبه بندی شدند. شاخص عارضه سفیدشدگی آریل با استفاده از رابطه $BI = \frac{\sum(n \times b)*100}{\sum(n \times \max b)}$ محاسبه شد. در این رابطه BI : شاخص عارضه سفیدشدگی آریل، n : تعداد میوه، b : رتبه داده شده به هر میوه از نظر شدت عارضه، $\max b$= حداکثر شدت عارضه که برابر با ۵ است. بعد از جداسازی آریل‌ها ۵۰۰ گرم از هر تکرار توسط دستگاه آب‌میوه گیری دستی عصاره گیری و حجم آن با استوانه مدرج قرائت شد. سپس مقدار pH، با دستگاه pH متر، و EC با دستگاه هدایت سنج (Sensodirect con 200. loviband co.) و TSSبا رفرکتورمتر دیجیتالی (G-won Korea) بر حسب بریکس اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری اسیدیته(TA)،ابتدا حجم ۵ میلی‌لیتر از عصاره آب انار با آب مقطر به ۵۰ میلی‌لیتر رسانیده شد، سپس ۰/۳ میلی‌لیتر فنل فتالئین به آن افزوده و با هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال در pH = ۸/۳ تیتر شد. میزان سود مصرفی یادداشت و با استفاده از فرمول مربوطه مقدار اسیدیته بر حسب اسید سیتریک به درصد محاسبه شد. آنتوسیانین عصاره بر اساس مقدار جذب عصاره میوه رقیق شده (با یک قسمت عصاره وسه قسمت آب مقطر) در سه تکرار با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۰ متر قرائت شد، از آب مقطر به منظور صفر دستگاه استفاده شد (Sarkhosh, *et al*., 2007).تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با استفاده از نرم‌افزار Spss 17 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمونچند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

زمان بروز عارضه سفیدشدگی آریل

بررسی صفات فیزیکی و شیمیایی میوه انار ملس ترش ساوه در طول فصل رشد نشان داد (جدول ۱)، که علائم عارضه سفیدشدگی در مرحله سوم از رشد میوه و همزمان با رنگ‌گیری آریل‌ها از ۱۳۰ روز بعد از اوج مرحله اول گلدهی در میوه‌های مورد مطالعه بروز ظاهر شدند. آریل‌های با سطح کدر، بافت فرو ریخته و با رنگ سفید کرمی تا قهوه‌ای که از ۳۰ روز قبل از برداشت در میوه‌های انار دارای عارضه بروز داشتند، که همزمان با بلوغ میوه بر شدت علائم عارضه افزوده شد زیرا در زمان رسیدن میوه از میزان اسیدیته میوه، ترکیبات فنلی، تاننی و قدرت آنتی‌اکسیدانی میوه انار به طور

جدول ۱- تغییرات برخی صفات در سه مرحله از رشد میوه (S1, S2, S3) انار رقم ملس ترش ساوه در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴

Table 1. Variation of some fruit characteristics of pomegranate cv. "Malas Torsh Saveh" during three stages of fruit growth (S1, S2 and S3) in 2014 and 2015

		Stages of fruit growth مراحل رشد میوه		
Fruit characteristics	صفات میوه	S1 (50-80 DAFB)	S2 (80-120 DAFB)	S3 (120-180 DAFB)
Fruit weight (g)	وزن میوه	315.94a ± 35.22	598.33b ± 41.37	843.41c ± 44.40
Fruit volume (cm^3)	حجم میوه	760 a ± 51.69	1301.29b ± 61.29	1707.95c ± 77.73
Juice color absorbance (510 nm)	میزان جذب رنگ آب میوه	0.26a ±0.09	0.48a ± 0.06	0.50a ± 0.06
TA (%)		-	2.12a ± 0.36	1.50a ± 0.22
TSS (brix)		9.15a ±1.15	9.65a ± 0.15	12.88a ± 0.58
Ec ($_{SCM}^{-1}$)		7.08a ±1.47	6.33bc ± 0.26	5.40c ± 0.18

میانگین‌هایی که حروف مشترک دارند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with similar letters are not significantly different at the 5% level ofprobability, using Duncan`s multiple range test. ±Std. Error of Mean. DAFB: Days After Full Bloom.

قابل‌توجهی کاسته شده و بر مقدار مواد جامد محلول، قندها و ترکیبات آنتوسیانین افزوده می‌شود (Fawole and Opara, 2013). در انار رقم «ملس ترش ساوه» نیز همان‌گونه که در (جدول ۱) نشان داده شده است، همزمان با بلوغ میوه از میزان اسیدیته میوه کاسته و بر مقدار مواد جامد محلول (TSS) در طول فصل رشد افزوده شد. گزارش شده که اسیدیته بالای میوه از فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز می‌کاهد ولی در یکصد روز بعد از گلدهی همزمان با کاهش میزان اسیدیته میوه، بروز فرایند قهوه‌ای شدن درونی بافت میوه، کاهش مقدار آنتوسیانین و افزایش فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز صورت اتفاق می‌افتد (Kulkavani and Arodhya, 2005). عصاره میوه‌های تیمارهای مورد مطالعه از مقدار اسیدیته بسیار کم و در عوض از مقدار مواد جامد محلول (TSS) بالایی برخوردار بودند که شرایط را برای فعالیت آنزیم‌های اکسید کننده ترکیبات فنلی و تغییر رنگ بافت آریل‌ها از قرمز تیره به سفید کرمی تا قهوه‌ای مساعد نموده کردند. در بررسی عارضه سفیدشدگی آریل در برخی از ژنوتیپ‌های انار بین شدت بروز عارضه با مقدار مواد جامد محلول (TSS) رابطه مثبت و معنی‌داری گزارش شده است (Jalikop *et al.,* 2010). در میوه‌های کلیه تیمارها بروز علائم عارضه سفیدشدگی در میوه‌های بزرگتر حاصل از گل‌های مرحله اول به مراتب شدیدتر از میوه‌های با اندازه کوچک‌تر مشاهده شد. زمان بروز عارضه در این تحقیق با نتایج (Mahmoodi Tabar *et al.,* 2009) که شروع عارضه سفیدشدگی آریل را در انار ارقام شیشه‌کپ و بجستانی همزمان با کاهش معنی‌دار میزان آنتوسیانین در ۱۳۱ روز بعد از گلدهی گزارش کردند همانند است.

بروزعارضه سفیدشدگی آریل در سال‌های مورد مطالعه

میوه تیمارهای مورد مطالعه بر اساس شدت عارضه سفیدشدگی در پنج سطح رتبه‌بندی شدند، میوه‌های سالم و بدون عارضه دارای شاخص عارضه۲۰، میوه‌های نسبتا سالم دارای دامنه‌ای از شاخص عارضه ۲۰ تا ۴۰، میوه‌های با علائم متوسط عارضه سفیدشدگی دارای دامنه‌ای ازشاخص عارضه ۴۰ تا ۶۰، میوه‌های با علائم نسبتاً شدید از عارضه سفیدشدگی دارای دامنه‌ای از شاخص عارضه ۶۰ تا ۸۰ و میوه‌های با علائم عارضه بسیار شدید سفیدشدگی دارای دامنه‌ای از شاخص عارضه ۸۰ تا ۱۰۰ را داشتند (جدول ۲).

نتایج تجزیه مقایسه میانگین شاخص عارضه سفیدشدگی آریل مربوط به تیمارهای مورد مطالعه در طول سال‌های مورد بررسی نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها در سال ۱۳۹۳ وجود نداشت، اما در سال ۱۳۹۴ تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ بین تیمارهای مورد مطالعه مشاهده شد (جدول ۳). هنگامی که نتایج تیمارهای مشترک انجام شده در هر دو سال با هم ترکیب شدند، تجزیه واریانس شاخص‌های کلی عارضه سفیدشدگی آریل، شاخص عارضه در میوه‌های سالم و شاخص عارضه در میوه‌های با عارضه شدید نشان داد، که تفاوتی بین تیمارها از نظر شدت عارضه وجود نداشت (جدول ۴)، یا به عبارتی اثر سال در تیمارها معنی‌دار نشد (جدول ۳).

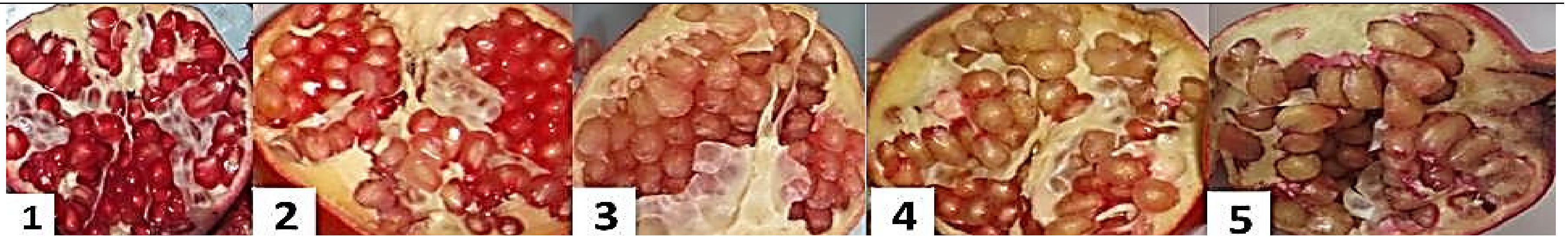
به طور کلی میانگین شاخص عارضه سفیدشدگی آریل و درصد میوه‌های سالم و میوه‌های دارای عارضه در سال ۱۳۹۴ به طور معنی‌داری کمتر از میانگین شاخص عارضه در سال ۱۳۹۳ بود، در حالی که فراوانی میوه‌های سالم ۱۳۹۴ افزایش داشت (جدول ۳). به نظر می‌رسد دمای بالاتر و رطوبت نسبی پایین‌تر فصل رشد میوه انار در سال ۱۳۹۳ در مقایسه با سال ۱۳۹۴ از جمله عوامل تشدید عارضه سفیدشدگی در میوه‌های انار در سال ۱۳۹۳ باشد، که شرایط را برای انجام فرایندهای فتوسنتز، تبخیر و تعرق، نقل و انتقال آب و عناصر غذایی و سنتز آنتوسیانین‌ها در درخت محدود کرده است.

همان‌گونه که در (جدول ۴) نشان داده شده است، حداقل، حداکثرو میانگین درصد رطوبت نسبی هوا در طول تابستان سال ۱۳۹۳ به ترتیب ۱۰/۹۱، ۲۵/۳۳ و ۴۱/۱۸ درصد بودکه به طور معنی‌داری کمتر از فراسنجه‌های (پارامتر) رطوبت نسبی هوا در طول تابستان سال ۱۳۹۴ بود. تعداد روزهای بامتوسط رطوبت نسبی کمتر از ۲۵٪ در طول تابستان سال ۱۳۹۳ بیشتر از سال ۱۳۹۴ است (جدول ۴). اغلب محققان افزایش دمای محیط باغ به بالای $45^{\circ}C$در طول ماه‌های تیر و مرداد فصل تابستان در مناطق انارخیز کویری را علت بروز عارضه سفیدشدگی در میوه انار شده است (Behzadi Sharbabaki, 2014؛ Mohseni, 2011). در بررسی عارضه

جدول ۲- علائم عارضه، رتبه و دامنه شاخص عارضه در میوه‌های سالم، نسبتاً سالم، تا میوه‌های با علائم متوسط تا شدید مبتلا به عارضه سفیدشدگی آریل در انار رقم ملس ترش ساوه

Table 2. The Aril browning (AB)disorder symptoms, rank of the AB and the intensity of the AB index through the non-affected to the severely affected fruits of pomegranate cv. "Malas Torsh Saveh"

شدت عارضه AB intensity	رتبه Rank	شاخص عارضه AB index	علائم عارضه سفیدشدگی آریل Symptom of the AB disorder
کاملاً سالم Non-affected	1	20	آریل‌ها دارای غشاء سالم، سطح شفاف، بافت متراکم با رنگ قرمز تیره Arils with deep red color, firm texture and shiner surface
نسبتاً سالم Relative non-affected	2	21-40	آریل‌ها دارای غشاء نسبتا سالم، سطح نسبتاً شفاف، بافت متراکم با رنگ قرمز Arils with red color, firm texture and relatively shiny surface
متوسط Medium affected	3	40-60	آریل‌ها دارای غشاء آسیب دیده، سطح کدر، نقاطی کوچک در بافت، با رنگ قرمز کم رنگ Arils with semi-translucent surface, injured texture, tiny dot or internal space in aril texture and reddish color.
نسبتاً نامطلوب Relatively affected fruit	4	60-80	آریل‌ها دارای غشاء بسیار آسیب دیده، سطح بسیار کدر، حفره‌هایی در بافت، با رنگ کرمی مایل به قهوه‌ای Arils withdull surface, very injured texture,and light creamy to brown color
بسیار نامطلوب Severely affected	5	80-100.	آریل‌ها دارای غشاء بسیار آسیب دیده، بافت به هم ریخته با رنگ کرمی تا قهوه‌ای سوخته Arils with very dark surface, deformed tissue, and creamy to brown color



جدول ۳- اثر تیمارهای سایبان، محلولپاشی کائولین، تنک میوه، آبیاری تکمیلی و کوددهی بر شاخص عارضه سفیدشدگی آریل، فراوانی میوه‌های سالم و میوه‌های دارای عارضه در انار ملس ترش ساوه در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ (واحدها به درصد)

Table 3. The effects of the sunscreen (SuSc), kaolin application (KA), fruit thinning (F.Th), supplementary irrigation (Su.Irr.) and fertilizer treatments on aril browning index (AB index), frequency of affected and non-affected fruits of pomegranate cv. "Malase Torshe Saveh"2015 and 2016 (in percentage)

تیمار Treatments	شاخص کلی عارضه سفیدشدگی Total of AB index		شاخص عارضه و فراوانی میوه‌های سالم AB index and frequency of non-affected fruits				شاخص عارضه و فراوانی میوه‌های دارای عارضه AB index and frequency of affected fruits			
	۱۳۹۳ 2014	۱۳۹۴ 2015	شاخص index 2014	فراوانی Frequ. 2014	شاخص index 2015	فراوانی Frequ. 2015	شاخص index 2014	فراوانی Frequ. 2014	شاخص index 2015	فراوانی Frequ. 2015
محلول‌پاشی کائولین KA	71.90a ±4.80	57.33bc ±3.68	20.00a ±.00	11.11	34.74b ±2.07	42.22	78.33a ±3.59	88.89	73.85a ±3.64	57.77
تنک میوه F.Th	67.40a ±6.32	69.33d ±3.02	26.67a ±3.33	33.33	30.00ab ±5.77	8.89	87.78a ±4.00	66.66	73.17a ±2.57	91.11
آبیاری تکمیلی Su.Irr.	68.10a ±4.30	57.33bc ±4.25	30.00a ±5.77	14.82	30.00ab ±2.29	44.44	74.78a ±3.37	85.19	79.20a ±3.36	55.55
محلول‌پاشی کائولین و تنک میوه KA and F.Th	72.59a ±4.54	68.44cd ±4.14	30.00a ±5.77	14.82	30.91ab ±3.14	24.44	80.00a ±3.32	85.19	80.59a ±3.32	75.55
محلول‌پاشی کائولین، تنک میوه و آبیاری تکمیلی KA, F.Th and Su.Irr	71.10a ±4.81	55.56b±4.35	32.00a ±4.89	18.50	26.32ab ±2.19	42.22	80.00a ±3.72	81.50	76.92a ±3.45	57.77
کوددهی Fertilizer	-	59.56bcd ±3.79		-	32.50b ±2.50	35.60	-	-	74.48a ±3.27	64.42
شاهد Control	65.92a ±6.47	56.89b ±3.59	22.22a ±2.22	33.33	32.94b ±2.38	37.78	87.78b ±3.28	66.67	71.43a ±3.322	62.22
سایبان، محلول‌پاشی کائولین و آبیاری تکمیلی SuSc, KS, F.Th and Su.Irr	-	24.00a ±1.77		-	22.76a ±1.30	96.60	-	-	60.00a ±.0	3.33

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with similar letters in each column are not significantly different at the 5% level of probability, using Duncan`s multiple range test. ±Std. error of the mean.

جدول ۴- متوسط حداقل، حداکثر و میانگین دما و رطوبت نسبی و تعداد روز با رطوبت نسبی کمتر از ۲۵٪ در تابستان‌سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ در منطقه ساوه

Table 4. The average of minimum, maximum and mean of the air relative humidity(RH%), temperature and number of days with lower relative humidity less than 25% in summer of the 2014 and 2015 seasons in Saveh region

سال Year		حداقل دما Min temperature (ºC)	حداکثر دما Max temperature (ºC)	متوسط دما Mean temperature (ºC)	حداقل رطوبت نسبی Min RH%	حداکثر رطوبت نسبی Max RH%	متوسط رطوبت نسبی Mean RH%	تعداد روز با متوسط رطوبت نسبی کمتر از ۲۵٪ Number of days with lower than 25 RH%
2014	۱۳۹۳	24.82a	38.01a	31.41a	10.91a	25.33a	18.41a	88
2015	۱۳۹۴	24.48a	37.18a	30.83a	14.24b	31.15b	22.94b	66

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with similar letters in each column are not significantly different at the 5% level of probability, using Duncan`s multiple range test.

خشـکیدگی خوشـه خرمـا رقـم «مضـافتی» در جیرفـت، گـزارش شـد کـه افـزایش دمـای هوا به بالای $43^{o}C$ و رطوبت نسبی هـوا کمتـر از ۲۵٪ که همراه با وزش بادهای گرم در مردادماه از عوامـل مـوثر در بـروز عارضـه خشـکیدگی خوشه خرما است،که در این بین، فراسـنجه‌هـای رطوبـت از اهمیـت بیشـتری در تشـدید عارضـه از فراسـنجه‌هـای دمـایی دارنـد (Rah Khodaei and Pezhman, 2007).بـه طـوری‌کـه گـزارش شـده کـه بـه ازاء افـزایش یـک درصـد رطوبـت نسـبی هـوا در حـدود ۲۰٪ از شـدت عارضـه کاسـته مـی‌شـود (Mohamadi and Moghtaderi, 2005). بـه نظر می‌رسد افزایش شدید دما و کـاهش شـدید رطوبت نسـبی در منطقـه مـورد مطالعـه در بـروز عارضه سفیدشدگی آریل موثر باشد.

بررسی‌ها نشان داده‌انـد کـه اقلـیم بـر سـنتز و ترکیب آنتوسـیانین در میـوه تـاثیر زیـادی دارد، مقدار آنتوسیانین در میوه‌هـای پـرورش یافتـه بـا آب و هوای خنک به طـور معنـی‌داری بیشـتر از مقـدار آنتوسـیانین در میـوه‌هـای پـرورش یافتـه در آب و هـوای گـرم و بیابـانی اسـت (Schwartz *et al*., 2007).

نکته قابل توجه در سال ۱۳۹۴ تیمـار سـایبان همراه با آبیاری تکمیلی و محلول‌پاشی کائولین، شاخص عارضه سفیدشدگی آریل را در حـدود ۲۴٪ به طـور مـوثری کـاهش داد، و بـر فراوانـی میوه‌های با آریل‌های سالم در حدود۹۶٪ افزود، در حـالی کـه در همـین سـال تیمـار تنـک میـوه شاخص عارضه سفیدشدگی آریل را در حـدود ۶۹ ٪ به طور معنی‌داری افزایش داد و بر فراوانی میـوه‌هـای دارای عارضـه در حـدود ۹۱٪ افـزود (جدول ۳).

اثر محلـول‌پاشـی کـائولین بـر شـدت عارضـه سفیدشدگی آریل

اثر محلول‌پاشی کائولین بر شـاخص عارضـه سفیدشدگی آریل و فراوانـی میـوه‌هـای سـالم و میوه‌های دارای عارضه در (جدول ۳) نشان داده شده اسـت. شـاخص عارضـه در سـال ۱۳۹۳ در حـدود ۷۱/۹٪ شـد،که تفـاوت معنـی‌داری بـا شاخص عارضـه در تیمـار شـاهد بـا ۶۵/۹۲٪ در همـان سـال نداشـت. شـاخص عارضـه در سـال ۱۳۹۴ در حـدود ۵۷/۳۳٪ محاسـبه شـد، کـه بـا شـاخص عارضـه در تیمـار شـاهد بـا ۵۶/۹۲٪ درهمان سال در یک سـطح آمـاری معنـی‌داری قرار داشتند.

فراوانی میوه‌های با علائـم شـدید عارضـه در سال ۱۳۹۳ در حدود ۸۸/۸۹٪ شد، کـه بـه طـور معنی‌داری بیش از تیمار شاهد با ۶۶/۶۷٪ بود. به طـور کلـی مقایسـه شـاخص‌هـای عارضـه در میـوه‌هـای سـالم و میـوه‌هـای دارای عارضـه در تیمارهای محلول‌پاشی کائولین و شاهد در همان سال نشان داد که محلـول‌پاشـی کـائولین کـه بـا هدف کـاهش دمـای بـرگ و میـوه روی آن‌هـا پاشیده شد، اثر قابل تـوجهی در کـاهش شـدت عارضه سفیدشـدگی در انـار ملـس تـرش سـاوه نداشت، اما محلول‌پاشی کائولین سـبب افـزایش

مختصر متوسط حجم میوه، وزن میوه، درصد آریل و درصد آب میوه شد (جدول ۵). بررسی‌ها نشان داده که محلول‌پاشی کائولین با بهبود فرایند فتوسنتز در برگ‌ها سبب‌افزایش مختصر اندازه میوه‌های انار ملس ترش ساوه شده است (Farazmand, 2013). محلول‌پاشی کائولین منجر به کاهش معنی‌دار محتوای آنتوسیانین و اسیدیته میوه‌ها در سال ۱۳۹۴ شد، ولی تاثیر معنی‌داری بر محتوای pH، TSS، TA عصاره میوه‌های مورد بررسی نداشت (جدول ۶). بررسی نتایج سایر محققان نشان داد، که محتوای آنتوسیانین میوه انار در اثر محلول‌پاشی کائولین در ارقام انار رباب نیریز و ملس ترش ساوه کاهش یافت، ولی تاثیری بر طعم میوه، pH و TA آب میوه نداشت (Meighani *et al.,* 2015؛ Ehteshami *et al.*, 2011). در تحقیق دیگر نیز محلول‌پاشی کائولین سبب کاهش معنی‌دار شدت عارضه آفتاب سوختگی در میوه انار و افزایش اندازه میوه و آریل شد (Yazici and Kaynak, 2006). در بررسی انجام شده دیگری محلول‌پاشی کائولین دمای میوه انار را در حدود ۴/۹ºC و برگ را در حدود ۲/۵ºC در مقایسه با میوه و برگ‌های بدون محلول‌پاشی کاهش داده است (Melgarejo *et al.,* 2004). تحقیقات نشان داده که عارضه سفیدشدگی آریل تحت تاثیر اثر متقابل تنش دمای بالا، کاهش شدید رطوبت نسبی هوا وتنش شوری در میوه‌های انار بروز می‌کند، که در نهایت بر فرایندهای فتوسنتز، سنتز آنتوسیانین، مصرف آب درخت، تعادل عناصر غذایی و فعالیت رادیکال‌های آزاد در میوه‌های انار تاثیر گذار است؛ لذا محلول‌پاشی کائولین تاثیر قابل ملاحظه‌ای در تعدیل اثر تنش‌ها و کاهش شدت عارضه سفیدشدگی در میوه‌های تیمار مورد مطالعه نداشته است.

اثر تنک میوه بر شدت عارضه سفیدشدگی آریل

اثر تنک میوه بر شاخص عارضه سفیدشدگی آریل، فراوانی میوه‌های سالم و میوه‌هایی دارای عارضه در (جدول ۵) نشان داده شده است. شاخص عارضه سفیدشدگی در تیمار تنک میوه در سال ۱۳۹۳ در حدود ۶۷/۴٪ شد، که با شاخص عارضه در تیمار شاهد با ۶۵/۹۲٪ در همان سال تفاوت معنی‌داری نداشت. اما تنک میوه به طور معنی‌داری شاخص عارضه را در سال ۱۳۹۴ از حدود۵۸ ٪ در تیمار شاهد به حدود ۶۹٪ افزایش داد، به طوریکه بیشترین فراوانی میوه‌های دارای عارضه را در بین تمیارهای مورد مطالعه، تیمار تنک میوه در سال ۹۴ در حدود ۹۱ ٪ داشت.

اثر تنک میوه بر شاخص عارضه سفیدشدگی آریل، فراوانی میوه‌های سالم و میوه‌هایی دارای عارضه در (جدول ۳) نشان داده شده است. شاخص عارضه سفیدشدگی در تیمار تنک میوه در سال ۱۳۹۳ در حدود ۶۷/۴٪ شد، که با شاخص عارضه در تیمار شاهد با ۶۵/۹۲٪ در

جدول ۵- اثر پوشش سایبان، محلول‌پاشی کائولین، تنک میوه، آبیاری تکمیلی و کوددهی بر خصوصیات فیزیکی انار ملس ترش ساوه در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴

Table 5. The effects of the sunscreen (SuSc), kaolin application (KA), fruit thinning (F.Th), supplementary irrigation (Su.Irr.) and fertilizer treatments on physical properties of pomegranate fruit cv. "Malase Torshe Saveh" in 2014 and 2015

تیمار Treatments	حجم میوه Fruit volume (cm^3) ۱۳۹۳ 2014	۱۳۹۴ 2015	وزن میوه Fruit weight (g) ۱۳۹۳ 2014	۱۳۹۴ 2015	نسبت آریل Arils ratio (%) ۱۳۹۳ 2014	۱۳۹۴ 2015	درصد آب میوه Fruit water (%) ۱۳۹۳ 2014	۱۳۹۴ 2015
محلول‌پاشی کائولین KA	260.96a ± 18.12	320.99bc ± 13.22	281.67a ± 7.31	297.86a ± 18.59	58.92a ± 1.52	60.06a ± 1.86	65.0a ± 2.89	60.13b ± 2.33
تنک میوه F.Th	250.62a ± 23.44	279.03ab ± 20.72	288.3a ± 36.75	295.23a ± 54.22	56.64a ± 1.28	56.39a ± 4.62	63.0a ± 4.73	55.91b ± 5.12
آبیاری تکمیلی Su.Irr.	281.6a ± 17.37	354.13cd ± 20.26	319.0a ± 19.92	326.40a ± 25.48	59.92a ± 0.92	60.88a ± 2.48	60.67a ± 3.76	62.11b ± 1.94
محلول‌پاشی کائولین و تنک میوه KA and F.Th	271.4a ± 20.41	318.62bc ± 17.81	279.0a ± 19.14	326.44a ± 26.72	60.23a ± 1.11	62.93a ± 2.22	63.33a ± 3.48	63.78b ± 1.10
محلول‌پاشی کائولین، تنک میوه و آبیاری تکمیلی KA, F.Th and Su.Irr	331.20a ± 18.43	395.96d ± 18.54	363.33a ± 10.48	339.32a ± 28.70	56.31a ± 2.59	55.60a ± 5.50	55.67a ± 2.33	57.27b ± 3.44
کوددهی Fertilizer	-	297.26ab ± 13.30	-	272.79a ± 23.18	-	66.11a ± 3.25	-	58.43b ± 3.90
شاهد Control	270.16a ± 24.78	264.25a ± 19.83	267.33a ± 17.61	234.74a ± 9.82	55.90a ± 1.92	55.90a ± 1.92	60.33a ± 0.88	43.38a ± 1.86
سایبان، محلول‌پاشی کائولین و آبیاری تکمیلی SuSc, KS, F.Th and Su.Irr	-	278.1ab ± 15.19	-	272.44a ± 17.27	-	61.12a ± 1.88	-	57.43b ± 3.87

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with similar letters in each column are not significantly different at the 5% probability level, using Duncan`s multiple range test.

جدول ۶- اثر پوشش سایبان، محلول‌پاشی کائولین، تنک میوه، آبیاری تکمیلی و کوددهی بر خصوصیات شیمیایی انار ملس ترش ساوه در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴

Table 6. The effects of the sunscreen (SuSc), kaolin application (KA), fruit thinning (F.Th), supplementary irrigation (Su.Irr.) and fertilizer treatments on chemical properties of pomegranate fruit cv. "Malase Torshe Saveh" in 2014 and 2015

		Ec(SCM^2)		pH		TSS(°Brix)		TA (%)		An(mg/100ml)	
		۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۳	۱۳۹۴
Treatment	تیمار	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015
KA	محلول‌پاشی کائولین	3.42a ± 0.06	3.92a ± 0.27	3.10a ± 0.06	3.74a ± 0.16	15.53a ± 0.33	15.56a ± 0.56	1.54a ± 0.19	0.79ab ± 0.12	14.67a ± 5.19	5.80a ± 1.56
F.Th	تنک میوه	3.62a ± 0.17	4.22a ± 0.13	3.25a ± 0.20	3.59a ± 0.09	15.10a ± 0.15	16.91a ± 0.76	1.30a ± 0.13	1.27cd ± 0.20	8.78a ± 3.72	8.74a ± 1.37
Su.Irr.	آبیاری تکمیلی	3.58a ± 0.08	4.22a ± 0.40	3.10a ± 0.07	3.59a ± 0.07	14.97a ± 0.43	16.05a ± 1.08	1.14a ± 0.33	1.18bcd ± 0.15	11.72a ± 3.57	11.25a ± 1.45
KA and F.Th	محلول‌پاشی کائولین و تنک میوه	3.93a ± 0.21	3.78a ± 0.26	3.48a ± 0.23	3.72a ± 0.05	14.73a ± 0.35	15.44a ± 0.48	1.04a ± 0.07	0.69a ± 0.07	7.51a ± 2.02	8.25a ± 2.03
KA, F.Th and Su.Irr	محلول‌پاشی کائولین، تنک میوه و آبیاری تکمیلی	3.40a ± 0.11	4.12a ± 0.18	3.07a ± 0.12	3.52a ± 0.11	15.23a ± 0.26	16.01a ± 0.54	1.43a ± 0.35	1.37d ± 0.18	12.63a ± 2.93	7.67a ± 1.35
Fertilizer	کوددهی	-	3.41a ± 0.49	-	3.67a ± 0.09	-	16.11a ± 0.63	-	0.85abc ± 0.17	-	10.38a ± 1.12
Control	شاهد	3.57a ± 0.13	3.43a ± 0.27	3.41a ± 0.34	3.51a ± 0.05	14.90a ± 0.46	16.23a ± 1.38	1.28a ± 0.20	1.12abc ± 0.18	10.39a ± 2.43	12.12a ± 2.90
SuSc, KS, F.Th and Su.Irr	سایبان، محلول‌پاشی کائولین و آبیاری تکمیلی	-	3.79a ± 0.26	-	3.72a ± 0.18	-	14.97a ± 1.13	-	1.08abcd ± 0.04	-	8.78a ± 2.27

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with similar letters in each column are not significantly different at the 5% probability level, using Duncan`s multiple range test.

همان سال تفاوت معنی‌داری نداشت. اما تنک میوه به طور معنی‌داری شاخص عارضه را در سال ۱۳۹۴ از حدود۵۸ ٪ در تیمار شاهد به حدود ۶۹٪ افزایش داد، به طوری که بیشترین فراوانی میوه‌های دارای عارضه را در بین تیمارهای مورد مطالعه، تیمار تنک میوه در سال ۱۳۹۴ در حدود ۹۱ ٪ داشت.

به نظر می‌رسد، افزایش در اندازه و حجم میوه‌ها که در اثر تنک میوه صورت ایجاد می‌شود،، سبب تشدید بروز علائم عارضه در میوه‌های این تیمار شده باشد. همان‌طور که در (جدول ۵) نشان داده شده است، تنک میوه سبب افزایش معنی‌دار حجم میوه‌ها در مقایسه با تیمار شاهد شد. اثر تنک میوه در افزایش اندازه و وزن میوه‌های انار «ملس ترش ساوه» در بررسی (Jafari *et al.*, 2014) گزارش شده است.افزایش اندازه میوه‌ها سبب می‌شود که سطح بیشتری از آن‌ها در معرض تابش نور مستقیم خورشید قرار گیرند، که باعث افزایش دمای سطحی و درونی میوه‌ها می‌شود. خصوصاً در روزهای گرم فصل تابستان که ممکن است دمای میوه انار تا بالای $۴۰^{\circ}c$ نیز افزایش داشته باشد (Melgarejo *et al.*, 2004). افزایش دمای درونی میوه بر تولید رادیکال‌های آزاد در میوه، سنتز و ترکیب آنتوسیانین و آب نسبی بافت‌های میوه تاثیرگذار است.

تحقیقات نشان داده که سنتز و تجمع رنگیزه‌های تشکیل دهنده آنتوسیانین در میوه‌های انار منطقه گرم بسیار کمتر از منطقه خنک و سرعت تخریب آن‌ها نیز بیشتر است (Borochov-Neori *et al.*, 2011) همچنین فرم غالب رنگیزه‌های آنتوسیانین در منطقه گرم با متوسط دمای شب و روز ($۲۵^{\circ}c$ و ۴۰) اغلب از فرمدیگلوکوزیدی است که از پایداری بیشتر و شدت رنگ کمتری برخوردارند (Borochov-Neori *et al.*, 2013).همچنین فرم غالب آنتوسیانین در میوه‌های انار مبتلا به عارضه سفیدشدگیاز نوع رنگیزه‌های دیگلوکوزیدی است (Mahmoodi Tabar *et al.*, 2009).نکته مهمی دیگری که در بررسی مشخص شد، غلظت یون کلسیم در بافت برگ و میوه تیمارهای مورد مطالعه بسیار کمتر از حد بهینه غلظت عنصر کلسیم در بافت برگ در شرایط معمولی است. همان‌طور که در (جدول ۷) نشان داده شده است، غلظت یون کلسیم در بافت برگ و میوه‌های درختان مورد مطالعه در حدود ۰/۸۵و ۰/۵۲ درصد در ۱۰۰ گرم وزن خشک بود که بسیار کمتر از غلظت بهینه یون کلسیم (در حدود ۲٪) در بافت برگ‌های انار در شرایط مطلوب است (Daryiashenas and Dehghani, 2006). به نظر می‌رسد افزایش دمای درونی میوه با تاثیر بر افزایش تولید رادیکال‌های آزاد، کاهش سنتز رنگیزه‌های آنتوسیانین و کاهش غلظت و متابولیسم یون کلسیم در بافت آریل میوه‌های تیمار تنک سبب افزایش تخریب بیشتر غشاء سلولی بافت آریل‌ها شده است. با تخریب غشاء

جدول ۷- غلظت عناصر غذایی در بافت برگ و میوه انار ملس ترش ساوه در تیمار چالکود و شاهد در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴

Table 7. Nutrient elements concentration in pomegranate leaves and fruit of cv. "Malase Torshe Saveh" in fertilizer and control treatments in 2014 and 2015

غلظت عناصر غذایی* Nutrient elementor concentration	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Cl (meq/lit)	Na (%)
برگ درختان شاهد (۹۴-۱۳۹۳) Leaves of the control (2014-2015)	1.25a ± 0.13	0.09a ± 0.01	1.05a ± 0.20	0.85a ±0.12	0.16a ± 0.03	225a ± 26.45	22.74a ± 4.20	51.58a ± 4.20	11.72a ± 0.70	0.14a ± 0.04	0.58a ± 0.02
برگ درختان کوددهی شده (۱۳۹۴) Leaves fertilizer (2015)	1.76a	0.15a	0.63a ± 0.01	0.52a	0.16a	173a	38.7a	64.3a	8.8a	0.11a	0.6a ± 0.01
حد بهینه برگ Optimum concentration of the leaves**	2.19	0.18	1.25	2	0.63	110	15	43	10	-	-
بافت میوه Fruit tissue	0.78b ± 0.26	0.12a ± 0.06	0.9a ± 0.23	0.52 ± 0.12	0.06b ± 0.02	25.6b ± 6.20	12.5a ± 1.30	8.05b ± 2.55	5.05b ± 0.55	0.12a ± 0.00	0.5a ± 0.04

میانگین‌ها که حروف مشابه دارند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with similar letters in each column are not significantly different at the 5% level of probability, using Duncan`s multiple range test.±Std. error of mean.
*% of dry weight (dwt); **According to Daryiashenas and Dehghani (2006).

سلولی، سوبسترای لازم از ترکیبات پلی فنلی و آنتوسیانین را که برای فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز (PPO) لازم است، در بافت آریل فراهم شده می‌سازد (Jaiswal *et al.*, 2010). به طوری که در حدود ۹۱٪ میوه‌های تیمار تنک میوه علائم شدید عارضه سفیدشدگی آریل داشتند، که نشان دهنده اثر مثبت تنک میوه در بروز عارضه سفیدشدگی است. تحقیقات نشان داده که میزان فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز (PPO) که نقش اصلی را در تخریب آنتوسیانین دارد، در میوه‌های دارای عارضه سفیدشدگی به طور معنی‌داری بیشتر از میوه‌های سالم است (Meighani *et al.*, 2014).آنزیم پلی فنل‌اکسیداز با اکسید کردن ترکیبات فنلی و تبدیل آن به ترکیبات کینونی سبب تغییر رنگ آریل‌ها از قرمز به قهوه‌ای می‌شوند (Varasteh, 2011؛ Jaiswal *et al.*, 2010). همچنین بین فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز(PPO)ومیزان قهوه‌ای شدن بافت میوه گلابی رابطه مثبت وجود داشت (Koushesh Saba and Moradi, 2016).تنک میوه تفاوت معنی‌داری در میزان pH، Ec، TSS، TAو آنتوسیانین در عصاره تیمار تنک میوه با تیمارهای دیگر نداشت.

اثر آبیاری تکمیلی بر شدت عارضه سفیدشدگی آریل

اثر آبیاری تکمیلی روی شاخص سفیدشدگی آریل، فراوانی میوه‌های سالم و میوه‌های دارای عارضه در (جدول ۳) نشان داده شده است. شاخص عارضه سفیدشدگی آریل در تیمار آبیاری تکمیلی در سال ۱۳۹۳ در حدود۶۸٪ و در سال ۱۳۹۴ در حدود ۵۷٪ شد، که تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد در هر دو سال نداشتند.اما فراوانی میوه‌های سالم و بدون عارضه در سال ۱۳۹۴ نسبت به شاهد در حدود ۶٪ بهبود یافت، و از فراوانی میوه‌های دارای عارضه در حدود ۷٪ کاسته شد.آبیاری تکمیلی منجر به افزایش حجم و وزن میوه‌ها و افزایش درصد آب آن‌ها شد (جدول ۵)، که با توجه به افزایش وزن و حجم میوه‌ها انتظار می‌رفت که شاخص عارضه سفید شدگی افزایش یابد، اما تغییری در شاخص عارضه نسبت به شاهد نداشت، که نشان دهنده تاثیر مثبت آبیاری تکمیلی در تعدیل عارضه سفیدشدگی آریل است.

باغداران انار معتقدند عامل اصلی بروز عارضه سفیدشدگی آریل ناشیاز تنش خشکی است، انتظار می‌رفت میوه‌های تیمار آبیاری تکمیلی از شاخص عارضه سفیدشدگی بسیار پایینی برخوردار باشند. با این‌که رطوبت حجمی خاک در تیمار شاهد با میانگین ۸/۷٪ و در محدوده (۱۷٪–۴/۶٪) به طور معنی‌داری کمتر از رطوبت خاک در تیمار آبیاری تکمیلی با میانگین ۱۵/۹۷ ٪ و در محدوده ۱۷/۶٪–۱۴/۳٪ درصد در طول فصل رشد اندازه‌گیری شد،اما از نظر شاخص عارضه سفیدشدگی در تیمار آبیاری تکمیلی تفاوت معنی‌داری نسبت به

شاهد نداشت. با توجه به این‌که رطوبت حجمی خاک اطراف درختان تیمار آبیاری تکمیلی در طول فصل رشد در محدوده ظرفیت زراعی رطوبت خاک قرار داشت، به نظر می‌رسد کیفیت آب آبیاری عامل تعیین کننده در بروز عارضه سفیدشدگی آریل در میوه‌های مورد مطالعه است. همان‌طور که در جدول ۸ نشان داه شده است، خصوصیات آب آبیاری با هدایت الکتریکی ^{2} Ec= ۳۲۵۶$_{\mu SCM}$ و SAR=۲/۴که بر اساس نمودار ویلکاکس در کلاس (C_4S_1) قرار دارد، و از نظر کشاورزی جزء آب‌های بی‌کیفیت طبقه‌بندی شده است. آبیاری با این کیفیت آب سبب افزایش پتاسیل اسمزی منفی خاک و بروز تنش شوری در خاک اطراف ریشه‌های درختان مورد مطالعه می‌شود. به طوری‌که علائم کلروزه و نکروزه شدن انتهایی برگ‌های درختان شاهد که در اواسط تابستان سال‌های مورد بررسی بروز می‌کند، ناشی از حضور تنش شوری است. گزارش سایر محققان تایید کننده این مطلب است که هر چه میزان شوری آب آبیاری افزایش یابد، پتانسیل منفی خاک نیز افزایش یافته و از مقدار آب نسبی برگ، شدت تعرق و آب مصرفی درخت انار به طور معنی‌داری کاسته می‌شود (Khayyat *et al.*, 2014؛ Bhantana and Lazarovitch, 2010). با افزایش شوری خاک فشار ریشه‌ای به عنوان سازوکار اصلی حرکت کلسیم در گیاه، کاهش یافته، در نتیجه تعرق گیاه کم می‌شود که پیامد آن کمبود کلسیم است (Naeini *et al.*, 2010).به نظر می‌رسد برآیند تنش شوری و گرما منجر به کاهش غلظت کلسیم و تخریب دیواره سلولی و فرو ریختگی بافت آریل در میوه‌های دارای عارضه شده است. آبیاری تکمیلی منجر به بهبود درصد آریل و درصد آب میوه شد، اما روی pH، TSS، Ecو آنتوسیانین کل عصاره میوه تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت، و در یک سطح قرار داشتند (جدول‌های ۵ و ۶).

جدول ۸- خصوصیات شیمیایی آب آبیاری باغ ایستگاه تحقیقات انار ساوه در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴

Table 8. Chemical properties of irrigation water of the Saveh Pomegranate Research Station in 2014 and 2015

Ec $_{\mu SCM}^{2}$	T.D.S Mg/lit	pH	$CO3H^-$ Meq/lit	CL^- Meq/lit	$SO4^-$ Meq/lit	Ca-Mg Meq/lit	Na^+ Meq/lit
3256	2279	7.3	10	15	12	28	9

اثر توام محلول‌پاشی کائولین و تنک میوه بر شدت عارضه سفیدشدگی آریل

اثر توام محلول‌پاشی کائولین و تنک میوه بر شاخص سفیدشدگی آریل، فراوانی میوه‌های سالم و میوه‌های دارای عارضه در (جدول ۳) نشان داده شده است. شاخص عارضه سفیدشدگی آریل در تیمار محلول‌پاشی کائولین و تنک میوه در سال ۱۳۹۴ در حدود ۶۸/۴۴٪ شد، که به طور معنی‌داری بیشتر از شاخص عارضه در تیمار شاهد در حدود ۵۶/۸۹٪ بود. همچنین فراوانی میوه‌های دارای عارضه در سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ به ترتیب در حدود ۸۵ و ۷۵ درصد شد، که از فراوانی میوه‌های دارای عارضه تیمار شاهد در همان سال بیشتر بود. تاثیر محلول‌پاشی کائولین توام با تنک میوه سبب تشدید شدت عارضه سفیدشدگی آریل در میوه‌های مورد مطالعه شد و از فراوانی میوه‌های با آریل سالمکاست.به نظر می‌رسد اثر توام تنک میوه و محلول‌پاشی کائولین که سبب افزایش معنی‌دار اندازه و حجم میوه‌ها شده است (جدول ۵)، در تشدید عارضه در میوه‌های این تیمار هم موثر است. افزایش اندازه میوه نه تنها سبب افزایش نسبت سطح به حجم میوه‌ها می‌شود، بلکه در نتیجه باردهی میوه انار که به صورت انتهایی روی اسپورها انجام می‌شود (Bakeer, 2016)، منجر به آویزان شدن میوه‌ها از انتهای اسپورها می‌شود. با آویزان شدن میوه‌ها از اسپورها توسط تعداد کمتری از برگ‌ها در مقابل نور مستقیم خورشید حفاظت می‌شوند. با تابش نور مستقیم خورشید دمای درونی میوه افزایش می‌یابد، و در نهایت منجر به تبخیر بیشتر آب از سطح میوه، کاهش سنتز آنتوسیانین و افزایش تولید رادیکال‌های آزاد در میوه‌ها شده می‌شود، در نتیجه میوه‌های با اندازه بزرگ‌تر از غلظت کمتری از یون کلسیم در بافت‌هایشان برخوردارند (Saure, 2005). مجموع برآیند کاهش غلظت کلسیم، تنش دما و حضور رادیکال‌های آزاد منجر به تخریب دیواره اندامک‌های درون سلولی آریل‌های میوه و خروج مواد پلی‌فنل و آنتوسیانین به سیتوپلاسم می‌شود، که در اثر واکنش با آنزیم‌های درون سلولی تولید ترکیبات قهوه‌ای رنگ می‌کنند (Jaiswal *et al*., 2010).

اثر توام محلول پاشی کائولین، تنک میوه و آبیاری تکمیلی بر شدت عارضه سفیدشدگی آریل

اثر توام محلول‌پاشی کائولین، تنک میوه و آبیاری تکمیلی بر شاخص سفیدشدگی آریل، فراوانی میوه‌های سالم و میوه‌های دارای عارضه در (جدول ۳) نشان داده شده است.شاخص عارضه سفید شدگی آریل در این تیمار در طی دو سال مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری در مقایسه با شاهد نداشت. شاخص سفیدشدگی در سال ۱۳۹۴ نسبت به سال ۱۳۹۳ بهبود یافت، فراوانی میوه‌های سالم و بدون عارضه در سال ۱۳۹۴ در حدود ۴۲٪ شد که بیشتر از فراوانی میوه‌های سالم در تیمار شاهد با ۳۷/۷۸٪ است.

فراوانی میوه‌های دارای عارضه در سال ۱۳۹۳ به طور معنی‌داری بیشتر از تیمار شاهد بود. با این‌که اثر توام محلول‌پاشی کائولین، تنک میوه و آبیاری تکمیلی باعث افزایش معنی‌دار اندازه و حجم میوه‌ها در مقایسه با شاهد در سال ۱۳۹۴ شد (جدول ۵)، اما شدت بروز عارضه در میوه‌های با اندازه بزرگ‌تر تفاوتی نسبت به شاهد نداشت، حتی منجر به بهبود مختصر درصد میوه‌های سالم نیز شد، که نشان دهنده اثر مثبت آبیاری تکمیلی در تعدیل عارضه سفیدشدگی در انار ملس ترش ساوه است.

اثر چالکود و محلول‌پاشی سولفات پتاسیم و نیترات کلسیم بر شدت عارضه سفیدشدگی آریل

شاخص عارضه سفیدشدگی آریل در تیمارچالکود توام با محلول‌پاشی سولفات پتاسیم و کلسیم در حدود ۵۹/۵۶٪ شد که با شاخص عارضه در تیمار شاهد در حدود ۵۶/۸۹٪ تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳).اگر چه کوددهی و محلول‌پاشی تاثیر معنی‌داری در بهبود عارضه سفیدشدگی آریل در میوه‌های تیمار مورد مطالعه نداشتند، اما اثر مثبت قابل ملاحظه‌ای در جلوگیری از بروز علائم سوختگی انتهایی برگ و ریزش آن‌ها در تیمارهای درختان کود داده شده داشت. برگ‌های درختان تیمار شاهد در طول دو سال مطالعه در مردادماه کلروز و سپس نکروزه شدند و در شهریورماه در سرشاخه‌های انتهایی ریزش داشتند، در حالی‌که برگ‌های درختان تیمارهای کود داده شده تا پایان فصلرشد علائم کلروز و نکروزه شدن را نشان ندادند، که بیانگر تاثیر مثبت کوددهی و محلول‌پاشی در بهبود رشد درختان در شرایط تنش شوری بود. به نظر می‌رسد افزایش غلظت عناصر سدیم و کلر در برگ درختان تیمار شاهد سبب کلروزه و نکروزه شدن برگ‌ها و ریزش آن‌ها می‌شود (جدول ۷)، دیگر محققان گزارش کرده‌اند که افزایش سطح شوری آب آبیاری، غلظت سدیم و کلر را خصوصا در برگ‌های انار رقم ملس به طور معنی‌داری افزایش داده است (Khayyat *et al.*, 2014)،گزارش شده که علائم ظاهری کلروزه و نکروزه شدن انتهای برگ‌ها و ریزش برگ‌های انتهایی ناشی از صدمه عناصر کلر و سدیم است که در پارانشیم برگ‌ها ذخیره شده می‌شود (Naeini *et al.*, 2006).

همان‌طور که در (جدول ۷) نشان داده شده است، کوددهی منجر به بهبود مختصر غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، روی و منگنز شد، بدون این که تفاوت معنی‌داری نسبت به شاهد داشته باشند. آن‌چه مهم است غلظت عناصر اصلی همانند نیتروژن، پتاسیم، کلسیم در برگ درختان مورد مطالعه نسبت به حد بهینه غلظت آن‌ها در برگ بسیار کمتر بود،که نشان‌دهنده تاثیر منفی تنش شوری بر جذب آن‌ها توسط درخت است. بررسی‌ها نشان داده که عناصر پتاسیم و کلسیم در افزایش کیفیت انار موثرند، محلول‌پاشی ۱/۵ در هزار پتاسیم به طور معنی‌داری مقدار

آنتوسیانین، مواد فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی آب میوه را افزایش داده است (Tehranifar and Mahmoodi Tabar, 2009).

تنش شوری بر جذب عنصر کلسیم توسط گیاه تاثیر منفی دارد، لذا کاربرد کوددهای کلسیم در شرایط تنش شوری با شرکت در متابولیسم و حفظ ساختار دیواره سلولی گیاه از اثر تنش می‌کاهد (Kaya *et al.*, 2002)، همانطور که در (جدول ۷) نشان داده شده است غلظت عناصر پتاسیم و کلسیم در برگ درختان مورد مطالعه به ترتیب در حدود ۰/۶۳ و ۱/۰۵٪ درصد بود که از غلظت بهینه گزارش شده عناصر پتاسیم و کلسیم در برگ انار بسیار کمتر بود.

علی‌رغم کوددهی از طریق ریشه و محلول‌پاشی سولفات پتاسیم و نیترات کلسیم غلظت این عناصر در برگ افزایش نداشت، که نشان دهنده حضور عوامل محدود کننده‌ای است که از جذب و فعالیت متابولیسمی عناصر پتاسیم و کلسیم در برگ و میوه به شدت کاسته است. گزارش شده با افزایش میزان شوری از نسبت (K/Na) در انار ملس به طور معنی‌داری کاسته شد (Khayyat *et al.*, 2014). همچنین گزارش شده که در شرایط تنش شوری، غلظت بالای سدیم در محیط ریشه موجب کاهش جذب و انتقال کلسیم در گیاه شده، از تراوایی غشاء سلول کاسته شده و ساختمان غشاء سلول و اندامک‌های آن تخریب می‌شود (Levent Tuna *et al.*, 2007)، بنابراین حفره و شکاف‌های که در بافت آریل میوه‌های انار مورد مطالعه وجود داشت، ناشی از محدودیت جذب و فعالیت عنصر کلسیم درون میوه‌ها است.

اثر توام پوشش سایبان، محلول‌پاشی کائولین و آبیاری تکمیلی بر شدت عارضه سفید شدگی آریل

اثر توام پوشش سایبان، محلول‌پاشی کائولین و آبیاری تکمیلی بر شاخص عارضه سفیدشدگی آریل، فراوانی میوه‌های سالم و میوه‌های دارای عارضه در (جدول ۳) نشان داده شده است. استفاده توام از پوشش سایبان همراه با آبیاری تکمیلی و محلول‌پاشی کائولین به طور موثری شدت عارضه سفیدشدگی آریل را کاهش داد، به طوری که کمترین شاخص عارضه سفیدشدگی با ۲۴٪، و بیشترین فراوانی میوه‌های با آریل‌های سالم را در حدود ۹۶٪ در این تیمار مشاهده شد. به نظر می‌رسد، اثر توام پوشش سایبان، آبیاری تکمیلی و محلول‌پاشی کائولین با تاثیر بر تعدیل دمای برگ و میوه و رطوبت خاک میکروکلیمایی مناسبی را برای انجام فرایندهای فتوسنتز برگ، سنتز رنگیزه آنتوسیانین و کاهش تبخیر و تعرق از سطح برگ و میوه فراهم کرده است، خصوصاً از افزایش شدید دمای برگ و میوه کاسته شده که در نهایت رادیکال‌های آزاد کمتری در سلول‌های میوه تشکیل شده است. همچنین با کاهش تعرق از سطح برگ‌ها حرکت یون کلسیم به میوه‌ها از جریان شیره پرورده بهبود

یافته است. تحقیقات انجام شده در رابطه با استفاده سایبان به منظور کاهش تنش گرمایی نشان داد که سایبان توانسته دمای سطح میوه سیب را در حدود ۹/۷°c - ۵/۴ نسبت به شاهد کاهش دهد (Gindaba and Wand, 2005). استفاده از سایبان در انگور رقم «شیراز» سبب افزایش میزان کلروفیل برگ، فرایند فتوسنتز و پتانسیل آب ساقه و بهبود درصد آب حبه شد (Caravia *et al*., 2016).استفاده از پوشش حصیری روی خوشه خرما به طور موثری درصد عارضه خشکیدگی خوشه خرما را نسبت به شاهد کاهش داد (Pezhman *et al*., 2005). در این آزمایش استفاده از سایبان همراه با آبیاری تکمیلی و محلول‌پاشی کائولین به طور موثری عارضه سفیدشدگی آریل را در میوه‌های مورد مطالعه کاهش داد.

به طور کلی در این تحقیق، بررسی نتایج عارضه سفیدشدگی آریل، فراوانی میوه‌های سالم و دارای عارضه در تیمارهای آبیاری تکمیلی، محلول‌پاشی کائولین، تنک میوه، کوددهی و پوشش سایبان نشان داد، که درختان انار مورد مطالعه تحت تاثیر تنش‌های دمای بالا، کاهش رطوبت نسبی هوا، شوری و اثر متقابل آن‌ها قرار داشتند و هم راستا با هم بر فرایندهای سنتز رنگریزه آنتوسیانین، مصرف آب درخت، جذب و متابولیسم عناصر غذایی در درختان مورد مطالعه تاثیر داشتند، که برآیند آن‌ها کلروزه و نکروزه شدن برگ‌ها و بروز عارضه سفیدشدگی آریل در میوه‌های انار مورد مطالعه شد. فراوانی میوه‌های دارای عارضه و شاخص عارضه سفیدشدگی آریل در میوه‌های تیمارهایی که در آن‌ها تنک میوه انجام شده بود به طور معنی‌داری بیشتر از بقیه تیمارها بود. تنک میوه به دلیل افزایش در اندازه میوه‌ها، سطح بیشتری از آن‌ها در مقابل نور مستقیم خورشید قرار داشت، که منجر به افزایش دمای درونی میوه‌ها شد و این پدیده بر فرایند ساخت و ترکیب رنگیزه آنتوسیانین در میوه تاثیر منفی داشت، تحقیقات ثابت کرده که دما بر کمیت و کیفیت آنتوسیانین میوه انار تاثیر معنی‌داری دارد، مقدار آنتوسیانین میوه‌های انار منطقه خنک‌تر بیشتر از منطقه گرم است، و فرم غالب آنتوسیانین میوه‌های منطقه گرم از نوع دیگلوکوزید است (Borochov-Neori *et al.,* 2013).

فرم غالب رنگریزه آنتوسیانین در میوه‌های دارای عارضه سفیدشدگی از نوع دیگلوکوزید است (Mahmoodi Tabar *et al.,* 2009)، که فرم دیگلوکوزید آنتوسیانین از پایداری بیشتر و شدت رنگ قرمز کمتری برخوردار است. با این‌که رطوبت خاک در اطراف درختان تیمار آبیاری تکمیلی در محدوده ظرفیت زراعی قرار داشت، اما شاخص عارضه سفیدشدگی آریل در آبیاری تکمیلی کاهش معنی‌داری نداشت، به نظر می‌رسد کیفیت پایین آب آبیاری منجر به افزایش پتانسیل منفی خاک اطراف ریشه درختان می‌شود، که موجب محدودیت در جذب آب و برخی از عناصر غذایی به خصوص

عنصر کلسیم و پتاسیم در بافت برگ و میوه‌های مورد مطالعه می‌شود. تحقیقات نشان داده که یون‌های کلسیم، نیتروژن و فسفر و نسبت (K/Na) در گیاهان تحت تنش شوری به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد، عنصر کلسیم که نقش اساسی در استحکام بافت میوه دارد، غلظت آن در بافت برگ و میوه درختان مورد مطالعه با غلظت بهینه یون کلسیم فاصله زیادی داشت (Daryiashenas and Dehghani, 2006). اخلال در فرایند جذب و متابولیسم یون کلسیم در بافت آریل میوه‌های دارای عارضه، منجر به تخریب غشاء سلولی و بهم ریخته‌گی بافت آریل‌ها شده، و مواد پلی فنلی که سوبسترای لازم برای فعالیت آنزیم‌های پلی فنل اکسیداز و پراکسیداز است، در دسترس آن‌ها قرار می‌گیرد (Jaiswal *et al*., 2010)، با اکسید شدن ترکیبات پلی فنلی و تبدیل آنها به ترکیبات کینونی رنگ آریل‌ها از قرمز تیره به سفید کرمی تا قهوه‌ای تغییر می‌یابد (Ghasemnezhad *et al.,* 2013). بیشترین فراوانی میوه‌های سالم را تیمار سایبان همراه با آبیاری تکمیلی و محلول‌پاشی کائولین داشت، استفاده از پوشش سایبان خصوصاً در مناطق انار خیز مناطق بیابانی و نیمه بیابانی کویر مرکزی که دارای آفتاب فراوان و رطوبت نسبی پایین هستند، با جلوگیری از تابش نور مستقیم خورشید به برگ و میوه، میکروکلیمای مناسبی برای انجام فرایندهای فتوسنتز، سنتز آنتوسیانین، تبخیر و تعرق از سطح برگ، میوه و خاک فراهم می‌کند، و تا حدودی از بروز تنش گرمایی به درختان و میوه‌ها می‌کاهد. با توجه به پدیده گرم شدن کره زمین و کاهش کیفیت آب آبیاری در باغ‌های انار دارای عارضه سفیدشدگی بهتر است به گونه‌ای مدیریت شوند که برآیند آن‌ها کاهش اثر مخرب تنش دمای بالای، کاهش رطوبت نسبی و تنش شوری آب و خاک باشد. استفاده از سایبان روی درختان،استفاده از کود های حیوانی وافزایش مواد آلی خاک، محلول‌پاشی کلسیم و پتاسیم و فسفر، آبیاری باغ با احتساب ضریب شوری و با دور کمتر، استفاده از پوشش گیاه در کف باغ به طور موثری شاخص عارضه سفیدشدگی را کاهش خواهد داد.

سپاسگزاری

از کمک‌های فنی کارشناس آزمایشگاه پومولوژی گروه علوم باغبانی آقای مهندس توکلی، مسئولین آزمایشگاه مرکزی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس و همچنین آقای مهندس سید ضیاء الدین طباطبایی مسئول ایستگاه تحقیقات ملی انار ساوه به خاطر مساعدت در اجرای آزمایش تشکر می‌شود.

References

Bakeer, S. M. 2016. Effect of ammonium nitrate fertilizer and calcium chloride foliar spray on fruit cracking and sunburn of Manfalouty pomegranate trees. Scientia Horticulturae 209: 300-308.

Behzadi Sharbabaki, H. 2014. The Pomegranate Heritage for the Desert (Cultivated, Management and Harvesting). Nasher Amozesh Keshavarzi Publications, Karaj, Iran. 460 pp. (in Persian).

Bhantana, P., and Lazarovitch. N., P. 2010. Evapotranspiration, crop coefficient and growth of two young pomegranate (*Punica granatum* L.) varieties under salt stress. Agricultural Water Management 97: 715-722.

Borochov-Neori, H., Judeinstein, S., Harari, M., Bar-Ya'akov, I., Patil, B. S., Lurie, S., and Holland, D. 2011. Climate effects on anthocyanin accumulation and composition in the pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit arils. Journal of Agricultural and Food Chemistry 59(10): 5325-5334.

Borochov-Neori, H., Judeinstein, S., Tripler, E., Holland, D., and Lazarovitch, N. 2014. Salinity effects on colour and health traits in the pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit peel. International Journal of Postharvest Technology and Innovation 4(1): 54-68.

Borochov-Neori, H., Lazarovitch, N., Judeinstein, S., Patil, B. S., and Holland, D. 2013. Climate and salinity effects on color and health promoting properties in the pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit arils. pp. 31-61. In: Tropical and Subtropical Fruits: Flavors, Color and Health Benefits. American Chemistry Socity, USA.

Caravia, L., Collins, C., Petrie, P. R., and Tyerman, S. D. 2016. Application of shade treatments during Shiraz berry ripening to reduce the impact of high temperature. Australian Journal of Grape Wine Reserch 22: 422-437.

Daryiashenas, A., and Dehghani, F. 2006. Determination of DRIS reference norms of pomegranate in Yazd province. Soil and Water Science 20 (1): 1-10 (in Persian).

Ehteshami, S., Sarikhani, H., and Ershadi, H. 2011. Effect of kaolin and gibberelic acid application on some qualitative characteristics and reducing the sunburn in pomegranate fruit (*Punica granatum* L.) cv. "Rabab Neiriz". Plant Production Technology 3 (1): 15-24 (in Persian).

Farazmand, H. 2013. Effect of kaolin clay on pomegranate fruit sunburn. Applied Entomology and Phytopathohology 80. (2): 173-184 (in Persian).

Fawole, O. A., and Opara, U. L. 2013. Fruit growth dynamics, respiration rate and physico-textural properties during pomegranate development and ripening. Scientia Horticulturae 157: 90-98.

Ghasemnezhad, M., Zareh, S., Shiri, M. A., and Javdani, Z. 2015. The arils characterization of five different pomegranate (*Punica granatum*) genotypes stored after minimal processing technology. Journal of Food Science and Technology 52 (4): 2023-2032.

Gindaba, J., and Wand, S. J. 2005. Comparative effects of evaporative cooling, kaolin particle film and shade net on sunburn and fruit quality in apples. HortScience 40 (3): 592-596.

Jafari, A., Arzani, K., Fallahi, E., and Barzegar, M. 2014. Optimaizing fruit yeild, size, and quality atribute in "Malase Torshe Saveh" pomegranate throught hand thining. Jurnal of the American Pomological Socity 68 (2): 89-96.

Jaiswal, V., DerMarderosian, A., and Porter, J. R. 2010. Anthocyanins and polyphenol oxidase from dried arils of pomegranate (*Punica granatum* L.). Food Chemistry 118(1): 11-6.

Jalikop, S., Venugopalan, R., and Kumar, R. 2010. Association of fruit traits and aril browning in pomegranate (*Punica granatum* L.). Euphytica 174 (1): 137-141.

Kaya, C., Kirnak, H., Higgs, D., and Saltali, K. 2002. Supplementary calcium enhances plant growth and fruit yield in strawberry cultivars grown at high (NaCl) salinity. Scientia Horticulturae 93 (1): 65-74.

Khayyat, M., Tehranifar, A., Davarynejad, G. H., and Sayyari-Zahan, M. 2014. Vegetative growth, compatible solute accumulation, ion partitioning and chlorophyll fluorescence of ‘Malas-e-Saveh’and ‘Shishe-Kab’ pomegranates in response to salinity stress. Photosythetica 52(2): 301-312.

Koushes Saba, M., and Moradi, S. 2016. Internal browning disorder of eight pear cultivars affected by bioactive constituents and enzyme activity. Food Chemistry 205: 257-263.

Kulkarni,A. P., and Aradhya, S. M. 2005. Chemical changes and antioxidant activity in pomegranate arils during fruit development. Food Chemistry 93(2): 319-324.

Levent Tuna, A., Kaya, C., Ashraf, M., Altunlu, H., Yokas, I., and Yagmure, B. 2007. The effects of calcium sulphate on growth, membrane stability and nutrient uptake of tomato plants grown under salt stress. Environmental and Experimental Botany 59: 173-178.

Mahmoodi Tabar, S., Thehranifar, A., Davarynejad, G. H., Nemati, S. H., and Zabihi, H. R. 2009. Aril paleness, new physiological disorder in pomegranate (*Punica granatum* L.) physical and chemical change during exposure of fruit disorder. Hortculture Environment and Biotehnology 50 (4): 300-307.

Meighani, H., Ghasemnezhad, M., and Bakhshi, D. H. 2014. Evaluation of biochemical composition and enzyme activities in browned arils of pomegranate fruits. International Journal of Horticultural Science and Technology 1 (1): 53-65.

Meighani, H., Ghasemnezhad, M., and Bakhshi, D. H. 2015. Effect of kaolin on the sunburn damage and qualitative characteristics of pomegranate fruit cv. "Malas-e-Torsh-e-Saveh". Iranian Journal of Horticultural Science 47 (3): 491-499 (in Persian).

Melgarejo, P., Martínez, J. J., Hernández, F., Martínez-Font, R., Barrows, P., and Erez, A. 2004. Kaolin treatment to reduce pomegranate sunburn. Scientia Horticulturae 130: 357-372.

Mohamadi, M. H., and Moghtaderi, Gh. A. 2005. The relationship between climatic elements and necrosis of date palm buch using regression model. Journal of Desrt (BIABAN) 10 (2): 339-348 (in Persian).

Mohseni, A. 2011. Pomegranate Production Guide. Nasher Akhar, Publication, Tehran, Iran. 216 pp. (in Persian).

Naeini, M. R., Khosghoftar, A. H., lessani, H., and Mirzapour, M. H. 2010. Effect of NaCl-induced salinity on mineral nutrients and soluble sugar in three commercial cultivars of pomegranate. Iranian Journal of Soil and Water Sciences 18 (1): 91-98 (in Persian).

Naeini, M., Khoshgoftarmanesh, A., and Fallahi, E. 2006. Partitioning of chlorine, sodium, and potassium and shoot growth of three pomegranate cultivars under different levels of salinity. Journal of Plant Nutrition 29 (10):1835-43.

Pezhman, H., Rosahan, V., and Rah Khodaei, E. 2005. Effects of different bunch covers and thining methods on date bunch fanding disorder on "Mazafati" cultivar in

Jiroft region. Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 5(4): 215-230 (in Persian).

Rah Khodaei, E., and Pezhman, H. 2007. Effects of temperature and relative humidity on date bunch fading disorder on "Mazafati" cultivar in Jiroft region. Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 8 (3): 149-164 (in Persian).

Sarkhosh, A., Zamani, Z., Fatahi Moghaddam, M. R., Ebadi, A., Saie, A., and Tabatabaie, S. Z. 2007. Study on relationships among fruit quantitative and qualitative characteristics of some pomegranate genotypes. JWSS Isfahan University of Technology 10 (4):147-160 (in Persian).

Saure, M. C. 2005. Calcium translocation to fleshy fruit: its mechanism and endogenous control. Scientia Horticulturae 105: 65-89.

Schwartz, E., Tzulker, R., Glazer, I., Bar-Ya'akov, I., Wiesman, Z., Tripler , E., Bar-Ilan, I., Fromm, H., Borochov-Neori, H., Holland, D., and Amir, R. 2009. Environmental conditions affect the color, taste, and antioxidant capacity of 11 pomegranate accessions fruits. Journal of Agricultural and Food Chemistry 57(19): 197-209.

Shivashnkar, S., Singh, H., and Sumathi, M. 2012. Aril browning in pomegranate (*Punica granatum* L.) is caused by the seed. Current Scince 103 (1): 26-8.

Singh, H., Singh, N., Marathe, A., and Ugalat, J. 2013. Influnce of aril browning on biochemical properties of pomegranate in India. Journal of Crop and Weed 9(1): 184-187.

Tatari, M., Fotohi Ghazvini, R., Ghasemnejad, M., Mosavi, S., and Tabatabie, S. Z. 2011. Morphological and biochemical characteristics of fruit in some pomegranate cultivars in climatical conditions of Saveh. Seed and Plant Production Journal 27-1 (1): 69-87 (in Persian).

Tehranifar, A., and Mahmoodi Tabar, S. 2009. Foliar application of potassium and boron during pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit development can improve fruit quality. Horticulture, Environmental and Biotechnology 50 (3): 1-6.

Varasteh Akbarpour, F. 2011. Effect of storage temperature and chitosan postharvest treatment on pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit quality and storability. MSc. Thesis, College of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran (in Persian).

Varasteh Akbarpour, F., Arzani, K., Barzegar, M., and Zamani, Z. 2012. Changes in anthocyanins in arils of chitosan-coated pomegranate (*Punica granatum* L. cv. Rabbab-e-Neyriz) fruit during cold storage. Food Chemistry 130: 267-272.

Wetzstein, H. Y., Zhang, Z., Ravid, N., and Wetzstein, M. 2011. Characterization of attributes related to fruit size in pomegranare. HortScience 46 (6): 908-912.

Yazici, K., and Kaynak, L. 2009. Effects of kaolin and shading treatment on sunburn on fruit of "Hicnazar" cultivar of pomegranate (*Punica granatum* L. cv. Hicnazar). Acta Horticulturae 818: 167-174.